

SPIS TREŚCI

Przedmowa	9
WPROWADZENIE	11
1. Przedmiot i zakres dynamiki obrabiarek	11
2. Drgania obrabiarek występujące w procesie skrawania	13
3. Wskaźniki dynamicznej jakości obrabiarek	15
ROZDZIAŁ 1. DYNAMICZNY UKŁAD OBRABIARKA-UCHWYT-PRZEDMIOT OBRABIANY-NARZĘDZIE	19
1. Sygnały wymuszające i zakłócające w dynamicznym układzie OUPN.	19
2. Zjawiska i procesy zachodzące w dynamicznym układzie OUPN	21
3. Sprzężenia występujące w dynamicznym układzie OUPN	23
4. Struktura dynamicznego układu OUPN	26
ROZDZIAŁ 2. CHARAKTERYSTYKI STATYCZNE I DYNAMICZNE CZŁONÓW UKŁADU OUPN	36
1. Charakterystyki statyczne i dynamiczne masowo-sprężystego układu OUPN	36
1.1. Charakterystyki statyczne. Linearyzacja charakterystyk statycznych.	36
1.2. Modele matematyczne masowo-sprężystego układu OUPN.	44
1.2.1. Równania różniczkowe opisujące ruch modelu masowo-sprężystego układu OUPN.	44
1.2.2. Przykłady sprzężeń występujących w masowo-sprężystym układzie OUPN	49
1.2.3. Wyznaczanie zastępczych współczynników bezwładności, tłumienia i sztywności	60
1.3. Struktura modeli układów masowo-sprężystych OUPN	62
1.4. Charakterystyki dynamiczne masowo-sprężystego układu OUPN.	64
1.4.1. Charakterystyki czasowe. Reakcja masowo-sprężystego układu OUPN na wymuszenia skokowe i impulsowe	64
1.4.2. Charakterystyki częstotliwościowe. Podatność dynamiczna masowo-sprężystego układu OUPN. Zależności między charakterystykami czasowymi i częstotliwościowymi.	66
2. Charakterystyka dynamiczna procesu skrawania	69
2.1. Dynamiczna charakterystyka procesu skrawania wg W. A. Kudinowa	69
2.2. Dynamiczna charakterystyka siły skrawania wg W. W. Zarsa.	79
2.3. Dynamiczna charakterystyka siły skrawania wg S. A. Tobiasa i W. Fishwicka	81
3. Charakterystyka dynamiczna tarcia	85
3.1. Ogólna charakterystyka tarcia w mechanizmach obrabiarki.	85
3.2. Statyczna i dynamiczna charakterystyka tarcia.	86
4. Charakterystyka dynamiczna silnika napędzającego.	91
4.1. Charakterystyka dynamiczna silnika elektrycznego.	91
4.2. Charakterystyka dynamiczna napędu hydraulicznego.	93
ROZDZIAŁ 3. STABILNOŚĆ DYNAMICZNEGO UKŁADU OUPN	96
1. Pojęcie stabilności. Kryteria stabilności liniowych układów jednowymiarowych i wielowymiarowych	96
1.1. Kryterium stabilności Routha-Hurwitza	99
1.2. Kryterium stabilności Nyquiste'a	100
1.3. Stabilność układów zawierających człony opóźniające	102
1.4. Stabilność układów, wielowymiarowych	103
1.5. Wydzielanie obszarów stabilności w przestrzeni parametrów układu. Metoda podziału D	103
2. Drgania samowzbudne powstające w dynamicznym układzie OUPN.	105
3. Badanie stabilności dynamicznego układu OUPN.	108

3.1. Badanie stabilności przy toczeniu	108
3.2. Badanie stabilności układu dynamicznego zespołu wrzeciono-wytaczadło	113
3.3. Badanie stabilności dynamicznego układu OUPN przy obróbce po śladzie	116
3.4. Sposoby podnoszenia stabilności dynamicznego układu OUPN.	125
ROZDZIAŁ 4. DYNAMIKA NAPĘDU GŁÓWNEGO	128
1. Model napędu głównego.	128
1.1. Model mechaniczny napędu głównego. Wyznaczanie parametrów modelu mechanicznego	128
1.1.1. Momenty bezwładności.	129
1.1.2. Współczynniki podatności	131
1.1.3. Współczynniki tłumienia	143
1.1.4. Redukcja parametrów modelu.	147
1.1.5. Model mechaniczny wrzeciona	148
1.2. Struktura napędu głównego. Modele matematyczne członów napędu głównego; funkcja przejścia dynamicznego układu napędu głównego.	152
1.2.1. Struktura napędu głównego.	152
1.2.2. Modele matematyczne masowo-sprężystego układu napędu głównego obrabiarki.	154
1.2.3. Redukcja liczby stopni swobody masowo-sprężystego układu napędu głównego	159
1.2.4. Funkcje przejścia dynamicznego układu napędu głównego.	163
2. Charakterystyki częstotliwościowe napędu głównego. Badanie drgań wymuszonych	165
2.1. Charakterystyki częstotliwościowe	165
2.2. Wpływ parametrów masowo-sprężystego układu oraz warunków skrawania na procesy stacjonarne (drgania wymuszone) zachodzące w napędzie głównym.	168
3. Charakterystyki czasowe napędu głównego	172
3.1. Procesy przejściowe zachodzące w napędzie głównym.	172
3.2. Procesy przejściowe przy rozruchu napędu.	173
4. Stabilność ruchu napędu głównego. Badanie wpływu parametrów skrawania na stabilność ruchu napędu głównego.	178
5. Metodyka obliczeń dynamicznych napędu głównego obrabiarki.	184
ROZDZIAŁ 5. DYNAMIKA ZESPOŁÓW RUCHU POSUWOWEGO	185
1. Modele zespołów ruchu posuwowego. Wyznaczanie parametrów modelu mechanicznego	185
1.1. Masy i momenty bezwładności	186
1.2. Współczynniki sztywności. Metodyka wyznaczania środka sztywności	190
1.3. Współczynniki tłumienia	197
2. Model matematyczny zespołu ruchu posuwowego (na przykładzie zespołu stół-sanie strugarki poprzecznej).	199
3. Charakterystyki częstotliwościowe zespołów ruchu posuwowego.	202
4. Stabilność zespołów ruchu posuwowego.	207
4.1. Stabilność układu dynamicznego zespołu ruchu posuwowego z uwzględnieniem statycznej charakterystyki tarcia.	207
4.2. Relaksacyjne drgania samowzbudne w zespołach ruchu posuwowego.	209
4.3. Sposoby polepszenia równomierności ruchu w zespołach ruchu posuwowego.	218
ROZDZIAŁ 6. DRGANIA KORPUSÓW	221
1. Wprowadzenie	221
2. Analityczne metody wyznaczania charakterystyk dynamicznych części korpusowych	222
2.1. Metoda macierzy przenoszenia	222
2.2. Metoda podatności dynamicznej	229
2.3. Metoda elementów skończonych	232
3. Badanie charakterystyk dynamicznych ciężkich korpusów na modelach redukcyjnych	238
ROZDZIAŁ 7. CHARAKTERYSTYKI DYNAMICZNE OBRABIARKOWYCH UKŁADÓW HYDRAULICZNYCH	240
1. Równania ruchu układu hydraulicznego.	240
2. Typowe człony układów hydraulicznych. Korekta układów hydraulicznych	247

ROZDZIAŁ 8. METODY I ŚRODKI TŁUMIENIA DRGAŃ W OBRABIARKACH	258
1. Metody tłumienia drgań. Tłumienie wewnętrzne i zewnętrzne.	258
2. Dynamiczne eliminatory drgań (antywibratory).	260
2.1. Zasada pracy dynamicznego eliminatora drgań	260
2.2. Zastosowania praktyczne dynamicznych eliminatorów drgań.	266
2.3. Przykłady dynamicznych eliminatorów drgań skrętnych.	272
3. Tłumiki drgań	274
3.1. Tłumiki z tarcieciem suchym	274
3.2. Tłumiki z tarcieciem wiskotycznym	279
4. Wybór miejsca zamocowania eliminatorów i tłumików drgań.	281
5. Aktywne sterowanie drganiami.	282
ROZDZIAŁ 9. IZOLACJA DRGANIOWA OBRABIAREK	285
1. Kryteria wibroizolacji	285
2. Zasady doboru elementów wibroizolacyjnych	289
3. Podkładki wibroizolacyjne	294
3.1. Podstawowe parametry podkładek wibroizolacyjnych.	294
3.2. Wymagania stawiane systemom i podkładowi wibroizolacyjnym.	299
ROZDZIAŁ 10. ANALOGOWE METODY BADAŃ CHARAKTERYSTYK DYNAMICZNYCH ZESPOŁÓW OBRABIARKOWYCH I OBRABIAREK	302
1. Wiadomości wstępne	302
2. Badanie dynamicznych charakterystyk układu OUPN na analogu <i>RLC</i>	303
2.1. Zasada pracy i budowa analogu <i>RLC</i>	303
2.2. Wyznaczanie charakterystyk dynamicznych	307
3. Badanie charakterystyk dynamicznych zespołów obrabiarkowych i obrabiarek na matematycznych maszynach analogowych.	312
3.1. Zasady programowania matematycznych maszyn analogowych.	312
3.2. Badanie charakterystyk liniowego modelu dyskretnego napędu głównego obrabiarki na matematycznej maszynie analogowej.	315
3.3. Zastosowanie matematycznej maszyny analogowej do badania modeli nieliniowych	323
ROZDZIAŁ 11. METODY DOŚWIADCZALNEGO WYZNACZANIA CHARAKTERYSTYK DYNAMICZNYCH ZESPOŁÓW OBRABIARKOWYCH I OBRABIAREK	330
1. Wprowadzenie do dynamicznych badań obrabiarek.	330
1.1. Badanie charakterystyk częstotliwościowych i procesów przejściowych	330
1.2. Badanie stabilności dynamicznego układu OUPN.	345
2. Aparatura do dynamicznych pomiarów obrabiarek.	348
2.1. Stanowisko do badań dynamicznych.	349
2.1.1. Wyposażenie stanowiska do badań dynamicznych.	349
2.1.2. Schematy blokowe stanowisk do badań dynamicznych.	365
ROZDZIAŁ 12. STOCHASTYCZNE METODY DYNAMICZNYCH BADAŃ OBRABIAREK	368
1. Procesy stochastyczne.	368
1.1. Własności i charakterystyki procesów przypadkowych	369
1.2. Charakterystyki dynamiczne układów liniowych	375
2. Wyznaczanie charakterystyk dynamicznych układu OUPN za pomocą sygnałów przypadkowych	382
2.1. Błędy przypadkowe i systematyczne pomiaru gęstości widmowych.	382
2.2. Zastosowanie metody badań stochastycznych do wyznaczania funkcji przejścia układu OUPN.	388
WYKAZ PIŚMIENICTWA	394
SKOROWIDZ RZECZOWY	403